

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-331504  
 (43)Date of publication of application : 14.12.1993

(51)Int.CI. B22F 3/26  
 C22C 21/00  
 F16D 23/06  
 F16H 23/06

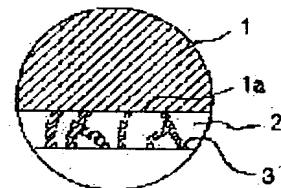
(21)Application number : 04-141701 (71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP  
 (22)Date of filing : 02.06.1992 (72)Inventor : UENO KENJI

## (54) FRICTIONAL SLIDING MEMBER

## (57)Abstract:

PURPOSE: To provide a frictional sliding member excellent in wear resistance even under severe conditions, weak in counterpart attackability, difficult to seize and with the friction coefficient stabilized over a long period.

CONSTITUTION: This member consists of a parent phase consisting of 70-20wt.% of an Al-Si alloy powder contg. 10-20wt.% Si and the balance Al and 30-80wt.% Mo powder and sintered at 10-20% porosity and a soft alloy impregnated with the parent phase and consisting of 2-20wt.% Sn, at least one kind between 0.05-15wt.% In and 0.01-5wt.% Cu and the balance Pb. The parent phase 2 has open cells in a specified ratio, and the soft alloy 3 is almost uniformly contained in the cell. Self lubricity of the alloy 3 is exhibited between the alloy 3 and the other material to improve fitness, and load is supported by the parent phase 2. Seizure is hardly caused due to the soft alloy 3 until the parent phase 2 is worn with time, and almost the same friction coefficient is maintained.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 30.07.1997  
 [Date of sending the examiner's decision of rejection]  
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
 [Date of final disposal for application]  
 [Patent number] 2932831  
 [Date of registration] 28.05.1999  
 [Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
 [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-331504

(43)公開日 平成5年(1993)12月14日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
B 22 F 3/26	C			
C 22 C 21/00	B			
F 16 D 23/06	D 8012-3 J			
F 16 H 23/06	C 8207-3 J			

審査請求 未請求 請求項の数1(全8頁)

(21)出願番号 特願平4-141701

(22)出願日 平成4年(1992)6月2日

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72)発明者 植野 賢治

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

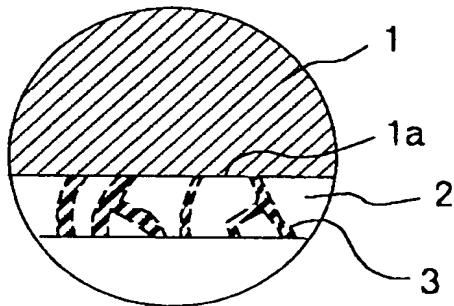
(74)代理人 弁理士 大川 宏

(54)【発明の名称】 摩擦摺動部材

(57)【要約】

【目的】過酷な条件下であっても、耐摩耗性に優れるとともに相手攻撃性が弱く、同時に焼付が生じにくく、かつ摩擦係数が長期にわたって安定する摩擦摺動部材を提供する。

【構成・作用】10~20重量%のSi及び残部AlからなるAl-Si系合金粉末；70~20重量%と、Mo粉末；30~80重量%とからなり、気孔率；10~20%で焼結させた母相と、母相に含浸され、Sn；2~20重量%と、少なくともIn；0.05~15重量%及びCu；0.01~5重量%の一方と、残部Pbとからなる軟質合金と、からなるもの。母相2が連続した気孔を所定割合でもち、気孔内に軟質合金3がほぼ均一に含まれる。軟質合金3は相手材との間で自己潤滑性を発揮して相手材とのなじみ性を向上させ、母相2は負荷荷重を支持する。軟質合金3を含浸した母相3が経時的に完全に摩耗されてしまうまで、軟質合金3により焼付が生じにくく、ほぼ同じ摩擦係数が維持される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 10～20重量%のSi及び残部AlからなるAl-Si系合金粉末；70～20重量%と、Mo粉末；30～80重量%とからなり、気孔率；10～20%で焼結された母相と、

該母相に含浸され、Sn；2～20重量%と、少なくともIn；0.05～1.5重量%及びCu；0.01～5重量%の一方と、残部Pbとからなる軟質合金と、からなることを特徴とする摩擦摺動部材。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、相手材とのなじみ性及び耐焼付性に優れ、かつ耐摩耗性及び相手攻撃性にも優れる摩擦摺動部材に関する。この摩擦摺動部材は、例えばトランスミッションを構成するシンクロナイザリングに用いて好適である。

## 【0002】

【従来の技術】摩擦摺動部材の一例として的一般的なシンクロナイザリングは、内周に内テーパコーンが形成され、外周にチャンファをもつスプラインが形成されている。このシンクロナイザリングでは、トランスミッションにおいて、スリーブがセレクタを介して軸方向に変位されれば、スリーブのスプラインがチャンファを介して外周のスプラインと噛合され、同時に変速ギアに近接して内テーパコーンが変速ギアの外テーパコーンと摩擦接觸する。こうして、スリーブと変速ギアとの回転が同期され、スリーブが変速ギアと噛合される。

【0003】従来のかかるシンクロナイザリングとしては、鉄系、アルミニウム青銅系、高力黄銅系の鍛造部材からなるものが一般に知られている。また、溶射材、ペーパ材、樹脂材等の摩擦摺動部材を採用したシンクロナイザリングも知られている。例えば、特開平2-73903号公報には、樹脂材を採用したシンクロナイザリングとして、気孔率3～20%のFe系焼結合金に合成樹脂を含浸させたものが開示されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、近年、摩擦摺動部材は非常に厳しい条件下で使用されるようになっている。例えば、トランスミッションの小型化、軽量化、耐高荷重化、耐高回転化等の要望から、シンクロナイザリングも非常に厳しい条件下で使用されるようになっている。その結果、シンクロナイザリングの内テーパコーンと変速ギアの外テーパコーンとの面圧(P)が高く、両者の相対すべり速度(V)が大きな高PV条件下では、上記従来のシンクロナイザリングでは、内テーパコーンが外テーパコーンとの間で焼付、摩耗等を生じる場合があり、未だ十分に満足できるものではなかった。すなわち、高PV条件下においては、高力黄銅系の鍛造部材を採用したシンクロナイザリングでは、長期の使用により摩耗量が増加してしまう。また、溶射材を採用した

シンクロナイザリングでは、変速ギアの外テーパコーンとのなじみ性が悪いことから、焼付が生じ、また溶射材にクラックが発生することがある。さらに、ペーパ材や樹脂材を採用したシンクロナイザリングでは、発熱により溶損することもある。特に、樹脂材を採用したシンクロナイザリングでは、熱的負荷が厳しいと、樹脂が溶出し、摩擦係数特性が不安定になってしまう。このため、高PV条件下において、変速ギアの外テーパコーンとの間で十分に満足できるシンクロナイザリングが切望されていた。

【0005】本発明は、上記従来の実情に鑑みてなされたものであって、過酷な条件下であっても、耐摩耗性に優れるとともに相手攻撃性が弱く、同時に焼付が生じにくく、かつ摩擦係数が長期にわたって安定した摩擦摺動部材を提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の摩擦摺動部材は、10～20重量%のSi及び残部AlからなるAl-Si系合金粉末；70～20重量%と、Mo粉末；30～80重量%とからなり、気孔率；10～20%で焼結された母相と、該母相に含浸され、Sn；2～20重量%と、少なくともIn；0.05～1.5重量%及びCu；0.01～5重量%の一方と、残部Pbとからなる軟質合金と、からなることを特徴とするものである。

【0007】以下、母相の組成及び気孔率を限定した理由について述べる。

【Al-Si系合金粉末中におけるSi；10～20重量%（以下、重量%を単に%という。）】Siが10%未満であれば、硬さが低くなり、摩耗量が急増する。逆に、Siが20%を超えると、相手攻撃性が大きくなる。

【Mo粉末；30～80%】Mo粉末が30%未満であれば、摩擦面において塑性流動が発生し、摩耗が急増する。逆に、Mo粉末が80%を超えると、相手攻撃性が大きくなる。

【気孔率；10～20%】母相の気孔率については、焼付防止に關係するなじみ性の確保及び摩擦面での耐摩耗性を確保するため、10～20%とした。すなわち、気孔率が10%未満であれば、母相の占める面積が多いため、耐摩耗性は確保されるが、厳しい条件となると、焼付気味の摩耗を生じる。また、このとき、気孔中への軟質合金の含浸状態が悪く、軟質合金の占める面積も少ないため、焼付発生や相手材への攻撃性が大きいことから、耐久性が低下する。逆に、気孔率が20%を超えると、焼付の発生は抑制できるが、含浸した軟質合金の占める面積が多いため、摩擦面の硬さが低く、摩耗量が大きくなるという問題を生じる。また、このとき、母相の占める面積が少ないとから、摩擦摺動部材としての強度が保てず、剥離等を生じるおそれがある。

【0008】次に、軟質合金の組成を限定した理由につ

いて述べる。

【Sn : 2~20%】Snは軟質合金に耐蝕性、耐摩耗性を付与する。Snが2%未満であれば、耐蝕性及び耐摩耗性向上の効果が少ない。逆に、Snが20%を超えると、高温下での軟質合金の硬度が低下し、耐摩耗性が悪化する。Sn : 5~15%がより好ましい。

【少なくともIn : 0.05~15%及びCu : 0.01~5%の一方】Inは、軟質合金に耐蝕性を付与し、またSnとの間で金属間化合物を生成してSnを安定させ、軟質合金のなじみ性を向上させる。Inが0.05%未満であれば、これらの効果が少ない。逆に、Inが15%を超えると、軟質合金の硬度が低下し、耐摩耗性が悪化する。In : 3~10%がより好ましい。

【0009】Cuは、軟質合金の組織を緻密化し、耐摩耗性を付与する。Cuが0.01%未満であれば、耐摩耗性が低い。逆に、Cuが5%を超えると、耐蝕性及び耐疲労性が悪化する。Cu : 1~3.5%がより好ましい。これらInとCuは少なくとも一方が含有されておれば、効果を発揮する。なお、本発明の摩擦摺動部材をシンクロナイザリングに採用し、母相をその内テーパーコーンのみに用いる場合は、母相の厚さは0.5~1.5mmとすることが好ましい。0.5mm未満では強度が不足し、1.5mmより大きいものではコスト高となる。

#### 【0010】

【作用】本発明の摩擦摺動部材では、所定のAl-Si系合金粉末とMo粉末とが所定の割合で焼結され、Mo粉末が硬質粒子として作用する。また、こうして焼結された母相は内部に連続した気孔をもつ。この連続した気孔内には軟質合金が含浸され、母相中にほぼ均一に軟質合金が含まれる。軟質合金は、Pb-Sn-In系合金又はPb-Sn-Cu系合金からなり、相手材との間で自己潤滑性を発揮して相手材とのなじみ性を向上させている。このため、この摩擦摺動部材では、耐摩耗性に優れるとともに相手攻撃性が弱い。また、母相は、Al-Si+Mo系合金の焼結体であり、負荷荷重を支持している。そして、軟質合金を含浸した母相では、軟質合金を含浸した母相が経時に完全に摩耗されてしまうまで、軟質合金により焼付が生じにくく、ほぼ同じ摩擦係数が維持される。

【0011】仮に、母相が溶射により形成されたものであれば、気孔は存在するものの、気孔が焼結体と比較して少なく、また連続した気孔とはならない。このため、この独立した気孔内に軟質合金を含浸させても、表面近傍のみしか軟質合金が含浸されない。よって、この場合には、軟質合金を含浸した母相が薄いことから、軟質合金を含浸した母相が経時に摩耗されてしまえば、溶射により形成された母相が摩耗されることとなり、焼付の発生が心配される。また、この場合、軟質合金を含浸した母相が薄いことから、摩耗初期しか自己潤滑性を発揮

することができず、摩擦係数が短期で経時変化を起こしてしまう。

【0012】なお、特開昭59-145764号公報には、気孔率15~50%を有するFe合金焼結体に、潤滑性を有するPb合金を含浸した「制振性および潤滑性にすぐれた強磁性複合焼結材料」が開示されている。しかし、この強磁性複合焼結材料は、磁性が要求されるソレノイドバルブを目的としていることから、主としてFeを含有する母相をもち、母相がAlを主とする本発明の摩擦摺動部材をなんら開示するものではない。

【0013】また、特開平1-252744号公報には、気孔率0.05~5%のCu-Zn-Al-Si-Mn系の焼結合金からなる「Cu系焼結合金製変速機用同期リング（シンクロナイザリング）」が開示されている。しかし、Cuを主とするシンクロナイザリングは、ギア油中で硫化されてCuSを発生させやすく、腐食して耐久性が損なわれるおそれがある。一方、本発明の摩擦摺動部材はAlを主としているため、シンクロナイザリングに適用した場合にギア油中でCuSを発生せず、優れた耐久性を発揮する。

#### 【0014】

##### 【実施例】

(1) 以下、本発明の摩擦摺動部材をシンクロナイザリングに具体化した実施例1、2を比較例1~6とともに図面を参照しつつ説明する。

(実施例1) 実施例1のシンクロナイザリングは、図1及び図2に示すように、リング状の本体1と、この本体1の内テーパーコーン部位1aにろう付けされた母相2と、母相2の気孔内に溶浸された軟質合金3とからなる。

【0015】本体1は、冷間鍛造により形成されたJIS SPCC製からなる。母相2は、70(Al-15Si)+30Mo(Al-Si系合金粉末におけるSi : 15%、残部Al。同Al-Si系合金粉末: 70%、Mo粉末: 30%。以下、同様。)からなり、気孔率が15%の焼結体である。この母相2は次のようにして得た。まず、Al-15Si合金粉末(粒径φ60~70μm)と、Mo粉末(粒径φ45~50μm)とを用意し、Al-15Si合金粉末70%とMo粉末30%とを混粉した。この混粉を圧力7ton/cm<sup>2</sup>で所定形状に成形し、成形体とする。この成形体をアンモニア分解ガス雰囲気中、温度500°Cにて60分間焼結し、厚さ1mmの焼結体を得た。この焼結体の気孔率は15%であった。そして、この焼結体を本体1の内テーパーコーン部位1aにろう付けした。

【0016】軟質合金3は、Pb-10Sn-6In(Sn : 10%、In : 6%、残部Pb。以下、同様。)からなる。この軟質合金3は次のようにして得た。まず、上記組成となるように金属粉末を300°Cで溶解し、溶湯を用意する。そして、この溶湯内に母相2

を60分間浸漬し、母相2の気孔に軟質合金3を溶浸させた。こうして得られたシンクロナイザリングの内テーパコーンは、硬さがHv180、表面粗さが20μmRzであった。

(実施例2) 実施例2のシンクロナイザリングは、軟質合金がPb-10Sn-2Cuからなる点を除いて、実施例1のものと同一のものである。こうして得られたシンクロナイザリングの内テーパコーンは、硬さがHv170、表面粗さが20μmRzであった。

(比較例1) 比較例1のシンクロナイザリングは、母相の気孔率が8%であることを除き、実施例1と同一のものである。すなわち、このシンクロナイザリングは、上記実施例1で使用した混粉の成形圧力を9ton/cm<sup>2</sup>とし、他の製法を実施例1と同一とすることにより得た。こうして得られたシンクロナイザリングの内テーパコーンは、硬さがHv210、表面粗さが20μmRzであった。

(比較例2) 比較例2のシンクロナイザリングは、母相の気孔率が22%であることを除き、実施例1と同一のものである。すなわち、このシンクロナイザリングは、上記実施例1で使用した混粉の成形圧力を6ton/cm<sup>2</sup>とし、他の製法を実施例1と同一とすることにより得た。こうして得られたシンクロナイザリングの内テーパコーンは、硬さがHv130、表面粗さが20μmRzであった。

(比較例3) 比較例3のシンクロナイザリングは、母相の気孔にポリアミド樹脂を溶浸させたことを除き、実施例1と同一のものである。こうして得られたシンクロナイザリングの内テーパコーンは、硬さがHv130、表面粗さが20μmRzであった。

(比較例4) 比較例4のシンクロナイザリングは、母相の表面にSn:10%と、In:6%と、残部Pbとかなるめっき層を形成したことを除き、実施例1と同一のものである。こうして得られたシンクロナイザリングの内テーパコーンは、硬さがHv100、表面粗さが20μmRzであった。

(比較例5) 比較例5のシンクロナイザリングは、軟質合金を形成しない点を除き、実施例1と同一のものである。こうして得られたシンクロナイザリングの内テーパコーンは、硬さがHv220、表面粗さが20μmRzであった。

(比較例6) 比較例6のシンクロナイザリングは、一般的に使用されている高力黄銅系(Zn-60Cu-5Al)の鍛造品である。こうして得られたシンクロナイザリングの内テーパコーンは、硬さがHv220、表面粗さが20μmRzであった。

(評価1) 実施例1、2及び比較例1~6のシンクロナイザリングを用い、単体摩擦試験を行った。試験条件は、回転数1400rpm、押し付け力100kgf、油温120°C、最高総合回数10000回である。相手

材はクロム鋼焼入れ材である。また、潤滑油はギアオイル75W-90を使用し、油量はシンクロナイザリングの中央部までとした。

【0017】シンクロナイザリングの内テーパコーンと相手材との間で発生する摩擦係数(μ)と総合回数(サイクル)との関係を図3に示す。図3から、実施例1のシンクロナイザリングでは、摩擦係数が0.08とやや低いものの、摩擦係数が長期にわたって経時変化もなく安定していることがわかる。また、実施例2のシンクロナイザリングでは、摩擦係数が0.07であって長期にわたり経時変化もなく安定している。つまり、これらのシンクロナイザリングでは、初期の摩擦係数の安定性に優れる。これは、母相に所定の割合で連続気孔が存在し、この気孔中に存在するPb-Sn-In系合金からなる軟質合金が特に初期の当たり付け段階時に相手材とのなじみ性を向上させているためであると考えられる。また、摩擦係数について、軟質合金中でInとCuとは同等の効果が得られることもわかる。

【0018】一方、比較例1のシンクロナイザリングでは、実施例1、2のものと比較して軟質合金の割合が少ないため、摩擦係数は高いが、初期の当たり付けの段階での摩擦係数変化が大きいことがわかる。また、比較例1のシンクロナイザリングでは、総合回数の増加に伴い、焼付気味となり、摩擦係数が上昇傾向となることがわかる。

【0019】比較例2のシンクロナイザリングでは、実施例1、2のものと比較して逆に軟質合金の割合が多いため、摩擦係数の安定性は問題ないが、摩擦係数が0.05と低く、シンクロナイザリングとして最低必要な0.07の値に達しないことがわかる。比較例3のシンクロナイザリングでは、ポリアミド樹脂が溶浸されているため、摩擦係数は実施例1、2のものと比較してやや低くなることがわかる。また、このシンクロナイザリングでは、ポリアミド樹脂が有機物であるという欠点から、総合回数が増して負荷(特に熱的負荷)が厳しくなると、気孔からポリアミド樹脂が溶出し、摩擦係数が上昇傾向となることがわかる。

【0020】比較例4のシンクロナイザリングでは、初期なじみにおいて優れるが、3000サイクル以降でめっき層の摩耗により母相のみとなってしまい、摩擦係数が急上昇し、焼付が発生した。比較例5のシンクロナイザリングでは、5000サイクル以降、摩擦係数が上昇傾向となり、7000サイクル時点で焼付が発生した。

【0021】比較例6のシンクロナイザリングでは、2000サイクル以降、摩擦係数が低下傾向となる。次に、シンクロナイザリングの摩耗量(シンクロナイザリングの軸方向変位量δ(mm))と総合回数(サイクル)との関係を図4に示す。図4から、実施例1のシンクロナイザリングでは、総合回数が増加しても、摩耗量は少なく、かつ相手攻撃性が弱く、軸方向変位量がほぼ

安定していることがわかる。また、実施例2のシンクロナイザリングでは、実施例1のものと比較して、やや摩耗量は多くなるが、目標である0.4mmに対しては満足できることがわかる。これは、これらのシンクロナイザリングにおいて、所定の軟質合金の部分で相手材とのなじみ性を確保しつつ、母相のAl-Si+Mo系合金の焼結体で負荷荷重を支持していると考えられるからである。また、摩耗量についても、軟質合金中でInとCuとは同等の効果が得られることもわかる。

【0022】一方、比較例1のシンクロナイザリングでは、焼付気味となった時点からの摩耗量が多くなっている。比較例2のシンクロナイザリングでは、軟質合金の占める割合が多いため、初期の段階で摩耗が促進され、背面当たりとなっている。比較例3のシンクロナイザリングでは、気孔中に溶浸されているものがポリアミド樹脂であることから、実施例1、2よりもやや摩耗量が多く、継合回数の増加に伴い、摩耗は多くなる。

	焼付の有無	摩耗量 (mm)	ギア鳴りの有無
実施例1	無	0.5	無
実施例2	無	0.6	無
比較例5	有	1.0	有
比較例6	有	1.2	有

表1より、実施例1のシンクロナイザリングでは、比較例5、6のものと比較して、焼付の発生もなく、摩耗量も非常に少なく、かつギア鳴りもないことがわかる。また、実施例のシンクロナイザリングでは、実施例1のものと比較して、やや摩耗量が多くなるが、目標である0.6mmに対しては満足でき、かつ焼付きの発生もなく、良好であることがわかる。

【0025】評価1、2より、実施例1、2のシンクロナイザリングは、比較例1~6のものと比較して、相手材との面圧が高く、相手材との相対すべり速度が大きな過酷な条件下であっても、耐摩耗性に優れるとともに相手攻撃性が弱く、同時に焼付が生じにくく、かつ摩擦係数が長期にわたって安定していることがわかる。

(2) 次に、本発明の摩擦摺動部材における母相の組成、母相の気孔率及び軟質合金の組成を限定した確認試験を図面を参照しつつ説明する。

(母相の組成) 実施例1、2の母相と同一の条件の下、アルミブロンズ(Cu-9.7Al-1.2Fe-O.02Ni)粉末で焼結させた皮膜、Al-Si系合金(Al-15Si)粉末で焼結させた皮膜、Fe-Mo-C系合金粉末(Fe-13.5Mo-2.46C)粉末で焼結させた皮膜、Fe-Cr-C系合金(Fe-62.

【0023】比較例4のシンクロナイザリングでは、初期に摩耗量が多くなり、背面当たりに至ってしまった。比較例5のシンクロナイザリングでは、焼付発生に伴い摩耗量が急増している。比較例6のシンクロナイザリングでは、継合回数の増加に伴い摩耗量が多くなり、背面当たりが発生した。

(評価2) 次に実施例1、2及び比較例5、6のシンクロナイザリングを実機に組み込み、実機での効果を確認した。試験は、1600ccエンジン用横置き型マニュアルトランスマッシャンを用いて10万回のハードシフトを行なうことにより、焼付の有無の確認、摩耗量の測定、ギア鳴りの有無の確認を行った。なお、摩耗量はペーパージュによる出入り量(mm)で測定した。結果を表1に示す。

【0024】

【表1】

7Cr-7.5C)粉末で焼結させた皮膜及びMo(微量元素のMo酸化物含有)粉末で焼結させた皮膜を用意した。

【0026】これら5種の各皮膜をテストピース評価に供した。図5に、皮膜の摩耗量(mg)と相手材の摩耗量(mg)とを示す。また、図6に、焼付荷重( $\times 10^3$ N)を示す。図5及び図6より、Al-Si系合金粉末からなる皮膜と、Fe-Mo-C系合金粉末からなる皮膜とが、皮膜及び相手材の摩耗量が少なく、かつ焼付荷重が高いことから、母相としてこれら2種の組成が好適であることが確認できた。

【0027】次に、アルミブロンズ粉末、Al-Si系合金粉末、Fe-Mo-C系合金粉末又はFe-Cr-C系合金粉末にMo粉末を0~50%添加し、実施例1、2の母相と同一の条件の下、皮膜を形成した。また、Al-Si系合金粉末、Fe-Mo-C系合金粉末又はFe-Cr-C系合金粉末にAl-Pb(Al-10Pb)系合金粉末を0~50%添加し、実施例1、2の母相と同一の条件の下、皮膜を形成した。図6の試験条件と同一の条件の下、Mo粉末を添加した各皮膜の焼付荷重( $\times 10^3$ N)を図7に示す。また、同条件の下、Al-Pb系粉末を添加した各皮膜の焼付荷重( $\times$

$10^3$  N) を図 8 に示す。図 7 及び図 8 より、AI-Si+Mo 系合金からなる皮膜が最も好適であることが確認できた。

【0028】次いで、Mo 粉末: 30% で固定し、AI-Si 系合金粉末中の Si を 0~25% で種々変え、実施例 1、2 の母相と同一の条件の下、皮膜を形成した。テストピース評価による各皮膜の摩耗量 ( $\times 10^3$  cm<sup>3</sup>) 及び密着強さ (MPa) を図 9 に示し、相手材摩耗深さ ( $\mu m$ ) を図 10 に示す。図 9、10 より、AI-Si 系合金粉末中の Si が 10~20% であれば、摩耗量が少なく、密着強さが大きく、かつ相手攻撃性が弱いことが確認できた。

【0029】また、AI-15Si 合金粉末に添加する Mo 粉末を 0~85% で種々変え、実施例 1、2 の母相と同一の条件の下、皮膜を形成した。テストピース評価による各皮膜の摩耗量 ( $\mu m$ ) を図 11 に示し、相手材摩耗深さ ( $\mu m$ ) を図 12 に示す。図 11、12 より、AI-15Si 合金粉末に Mo 粉末を 30~80% で添加すれば、摩耗量が少ないことが確認できた。

【0030】したがって、母相としては、10~20% の Si 及び残部 AI からなる AI-Si 系合金粉末: 70~20% と、Mo 粉末: 30~80% とからなる AI-Si+Mo 系合金が好適であることがわかる。

(母相の気孔率) 実施例 1、2 と同一組成であって、気孔率が 5~25% まで異なるシンクロナイザリングを用意し、これらを評価 1 と同一条件の下、シンクロナイザリングの摩耗量 (変位量、mm) と、変速ギアにおける外テーパコーンの摩耗量 ( $\mu m$ ) を求めた。結果を図 13 に示す。図 13 より、気孔率が 10~20% であれば、シンクロナイザリング及び外テーパコーンの摩耗量が少なく、優れていることがわかる。

(軟質合金の組成) Pb-Sn-In (Pb-10Sn-5In) 系軟質合金と、Sn-Pb-Cu (Sn-7Pb-4Cu) 系軟質合金と、Cu-Pb-Sn (Cu-20Pb-5Sn) 系軟質合金と、Pb-Sn-Cu (Pb-10Sn-2Cu) 系軟質合金とを実施例 1 と同様に溶解し、実施例 1 の母相を用いて、実施例 1 と同様に母相の気孔中に各軟質合金を溶浸させた。こうして、得た各皮膜について、テストピース評価により焼付荷重 ( $\times 10^3$  N) を求めた。結果を図 14 に示す。図 14 より、Pb-Sn-In 系軟質合金及び Pb-Sn-Cu 系軟質合金が高焼付荷重性を示すことが確認できた。

【0031】したがって、軟質合金としては、Sn: 2~20% と、少なくとも In: 0.05~15% 及び Cu: 0.01~5% の一方と、残部 Pb とからなるものが好適であることがわかる。なお、上記実施例 1、2 及び確認試験では溶浸法により気孔中へ軟質合金を含浸させたが、母相に軟質合金が均一に含まれるものであれば、溶浸法に限定されず、例えば PVD 法等を採用する

こともできる。また、母相は、内テーパコーンのみでなく、本体と一体としてもよい。

#### 【0032】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明の摩擦摺動部材では、特許請求の範囲記載の構成を採用したものであるため、相手材との面圧が高く、かつ相手材との相対すべり速度が大きな条件下であっても、次のような優れた効果を奏することができる。この摩擦摺動部材は、自己潤滑性をもつため、優れた耐摩耗性を発揮し、かつ相手材をさほど強く攻撃しない。

【0033】また、この摩擦摺動部材は、焼付が生じにくく、安定した摩擦係数を長期にわたって維持することができる。したがって、この摩擦摺動部材を例えばトランスマッキンソンのシンクロナイザリングに採用すれば、厳しい条件下でも上記効果を奏することができるところから、近年のトランスマッキンソンの小型化、軽量化、耐高荷重化、耐高回転化等の要望を好適に実現することができる。

【0034】また、本発明の摩擦摺動部材では、母相が焼結されたものであるため、シンクロナイザリングに適用した場合に、鍛造成形した従来のものと比較して、成形性及び寸法精度に優れる。このため、シンクロナイザリング全体にこの摩擦摺動部材を適用して、スプラインのチャンファでも上記優れた効果を発揮させることもできる。

【0035】さらに、本発明の摩擦摺動部材では、母相に Cu を採用しておらず、シンクロナイザリングに適用した場合に、ギア油中で硫化されて CuS を発生させないため、腐食しにくく、優れた耐久性を発揮することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】実施例 1 のシンクロナイザリングの断面図である。

【図 2】実施例 1 のシンクロナイザリングに係り、図 1 の円内拡大断面図である。

【図 3】実施例 1、2 と比較例 1~6 における総合回数と摩擦係数との関係を示すグラフである。

【図 4】実施例 1、2 と比較例 1~6 における総合回数と軸方向変位量との関係を示すグラフである。

【図 5】母相の組成の差異による皮膜の摩耗量及び相手材摩耗量の差異を示すグラフである。

【図 6】母相の組成の差異による焼付荷重の差異を示すグラフである。

【図 7】Mo 添加量に起因する母相の組成の差異による焼付荷重の差異を示すグラフである。

【図 8】AI-Pb 添加量に起因する母相の組成の差異による焼付荷重の差異を示すグラフである。

【図 9】Si 量に起因する母相の組成の差異による摩耗量及び密着強さの差異を示すグラフである。

【図 10】Sn 量に起因する母相の組成の差異による相

手材摩耗深さの差異を示すグラフである。

【図11】Mo添加量に起因する母相の組成による皮膜の摩耗量の差異を示すグラフである。

【図12】Mo添加量に起因する母相の組成の差異による相手材摩耗深さの差異を示すグラフである。

【図13】気孔率の差異によるシンクロナイザリングの摩耗量及び外テーパコーンの摩耗量の差異を示すグラフ

である。

【図14】軟質合金の組成による焼付荷重の差異を示すグラフである。

【符号の説明】

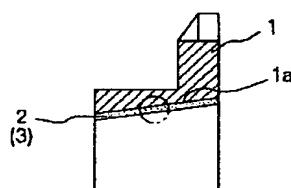
1…本体

1a…内テーパコーン部位

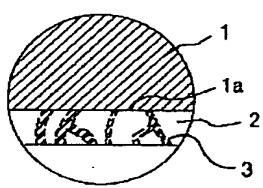
2…母相

3…軟質合金

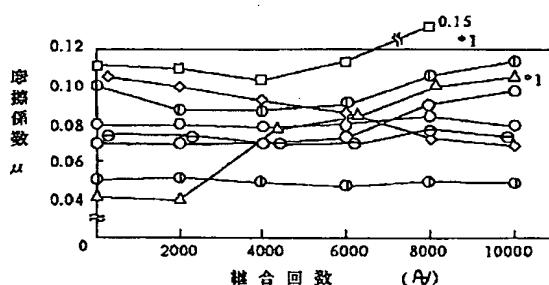
【図1】



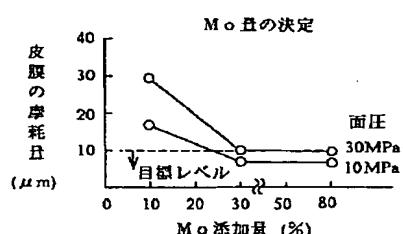
【図2】



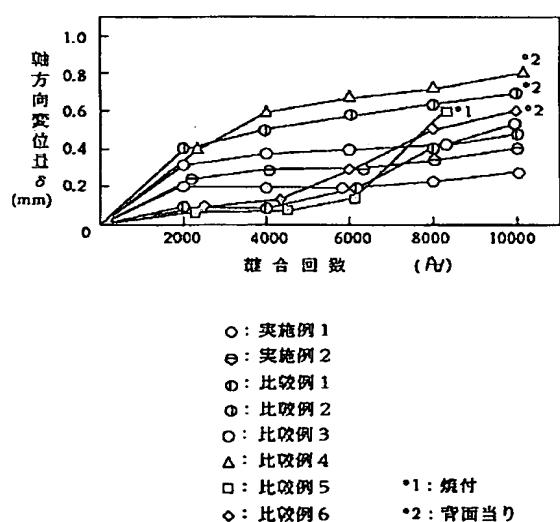
【図3】



【図11】

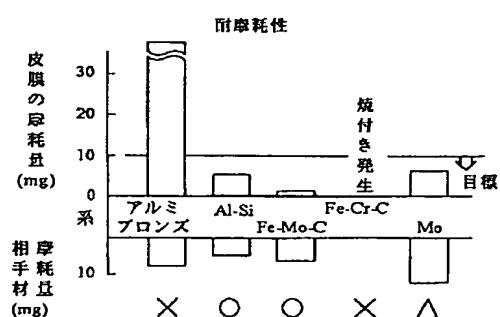


【図4】

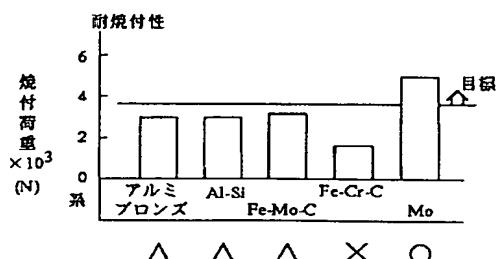


○: 実施例1  
□: 実施例2  
○: 比較例1  
○: 比較例2  
○: 比較例3  
△: 比較例4  
□: 比較例5  
◇: 比較例6  
\*1: 焼付

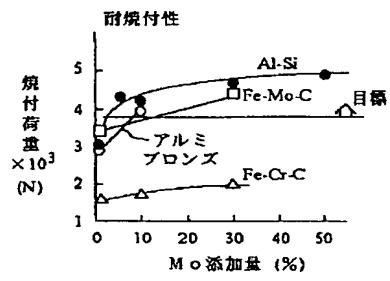
【図5】



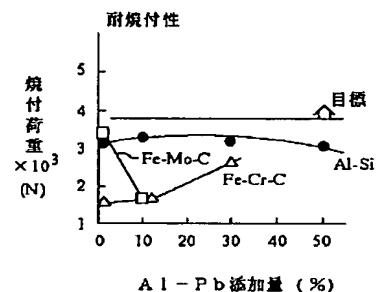
【図6】



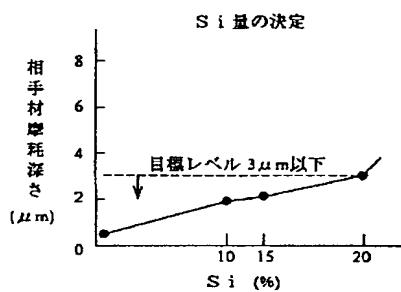
【図7】



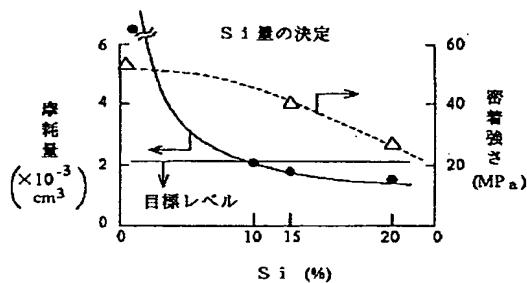
【図8】



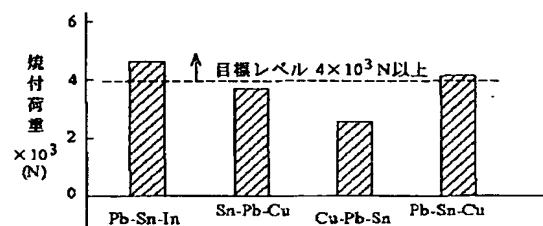
【図10】



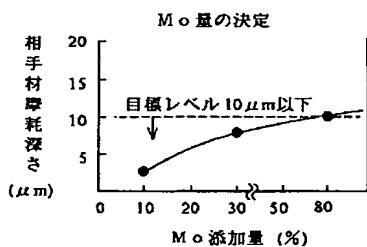
【図9】



【図14】



【図12】



【図13】

